

# STUDI PENGHAWAAN ALAMI PADA BANGUNAN SEKOLAH DASAR DI PINGGIRAN SUNGAI MUSI PALEMBANG

Abdul Rachmad Zahrial Amin

Program Studi Arsitektur, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Katolik Musi Charitas  
[rachmad@ukmc.ac.id](mailto:rachmad@ukmc.ac.id)

---

---

## Abstrak

Penghawaan alami merupakan salah satu faktor penting terhadap kenyamanan termal sebuah bangunan, yang paling berpengaruh besar dalam penghawaan alami adalah besaran bukaan ventilasi, makin besar lubang ventilasi makin besar pemanfaatan penghawaan alami. Tentunya juga dipengaruhi oleh letak bangunan, dan iklim setempat.

Penelitian ini mengkaji Penghawaan Alami pada skala kawasan sebuah bangunan sekolah dasar di pinggir sungai Musi yang berlokasi di daerah 4 Ulu Palembang. Lokasi penelitian dilaksanakan pada bangunan Sekolah Dasar yang berada pada daerah pasang surut air Sungai Musi Palembang. Bangunan sekolah dasar yang menjadi obyek penelitian ini adalah bangunan yang benar-benar memanfaatkan penghawaan alami (tanpa menggunakan penghawaan buatan, mekanik).

Di kawasan ini terdapat hanya satu bangunan Sekolah Dasar yang berada lebih kurang 100 meter dari pinggir Sungai Musi. Bangunan Sekolah merupakan bangunan yang tingkat penggunaannya cukup sering, maka tingkat kenyamanan dalam melakukan aktifitas harus baik. Penelitian ini mengamati pola aliran udara, tingkat kecepatan aliran udara yang bertujuan untuk melakukan evaluasi terhadap bangunan pendidikan yang mempunyai fungsi kelas agar menjadi lebih optimal.

Untuk mengamati penghawaan alami dianalisa dengan program CFD (*Computational Fluid Dynamics*) dan untuk menganalisa kenyamanan termal digunakan program *PMV Tools*. Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah dengan metode *deskriptif analisis* melalui pendekatan teknik dan arsitektur dengan menggunakan sejumlah persamaan praktis untuk penghitungan kenyamanan termal di dalam bangunan.

**Kata kunci :** penghawaan alami, kenyamanan termal, kecepatan angin.

---

---

©Jurnal Arsir Universitas Muhammadiyah Palembang  
p-ISSN 2580-1155  
e-ISSN 2614-4034

## Latarbelakang

Penghawaan alami adalah pergantian udara secara alami (tidak melibatkan peralatan mekanis, seperti mesin penyejuk yang dikenal dengan air conditioner atau AC). Ventilasi (penghawaan) alami dibutuhkan agar udara didalam ruangan tetap sehat dan nyaman. Penghawaan alami menawarkan ventilasi yang sehat, nyaman dan tanpa energi tambahan.<sup>1</sup>

Penghawaan alami dapat digambarkan dengan mengalirkan udara pasif dari luar kedalam bangunan sehingga suhu dalam bangunan menjadi nyaman. Yang paling penting adalah strategi penghawaan alami dalam meningkatkan udara dalam bangunan yang berkualitas dan meningkatkan kenyamanan termal penghuni, untuk kesehatan, serta membangun produktifitas penghuni.

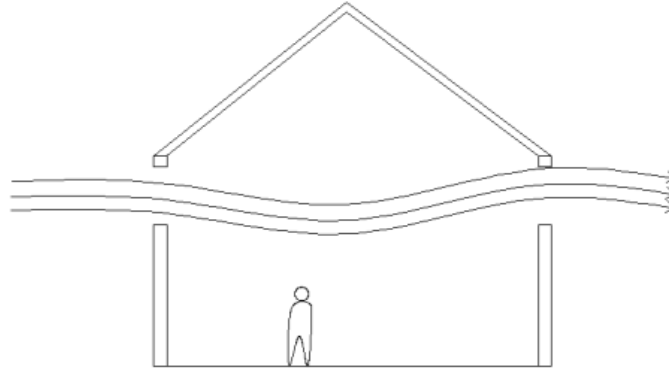
Bangunan sekolah sebagai tempat anak didik menimba ilmu dalam rangka meningkatkan produktifitas belajar masih belum layak dimulai dari kualitas bangunan (lantai, dinding dan plafond), fasilitas, letak bukaan dinding (jendela, pintu) dan lain-lain. Misalnya saja bangunan sekolah dasar 105 jalan D.I Panjaitan, Irg Kolam, RT 26/ 10 kelurahan Tangga Takat Palembang yang baru-baru ini mengalami lantai kelasnya ambrol.<sup>2</sup> Bangunan sekolah di Palembang pada umumnya berbentuk memanjang yang mengelilingi sebuah halaman sekolah yang berfungsi sebagai tempat olahraga, upacara dan lain- lain. Bentuk bukaan yang ada berupa jendela, pintu dengan ukuran, letak bukaan

---

<sup>1</sup>Fisika Bangunan 1, Prasasto Satwiko, Andi Offset. edisi 2. hal 1. 2004

<sup>2</sup>[http://www.sripoku.com/view/31091/siswa\\_sdn\\_105\\_belajar\\_di\\_ruang\\_kepsek.di\\_akses\\_20\\_mei\\_2010\\_08.06](http://www.sripoku.com/view/31091/siswa_sdn_105_belajar_di_ruang_kepsek.di_akses_20_mei_2010_08.06) wib

yang berbeda-beda pula, tetapi pada umumnya bangunan sekolah dasar yang ada letak bukaan jendela berada pada ketinggian 200 cm. dan menggunakan ventilasi silang, ini berarti berada diatas anak didik yang sedang belajar. Faktor ketinggian ini tentunya mempengaruhi kenyamanan para penghuni ruang tersebut dalam melakukan aktifitas sehari. Penghawaan alami tidak maksimal digunakan dengan letak bukaan seperti ini.



**Gambar 1.** Ventilasi silang berada diatas

Dengan letak bukaan jendela seperti ini memungkinkan anak didik (murid) mengalami kepanasan (gerah) sehingga merasa kurang nyaman dalam menimba ilmu. Maka aspek penghawaan alami dapat digunakan sebagai salah satu acuan untuk analisa kenyamanan bangunan sekolah dasar. Karena ada empat aspek yang memengaruhi tingkat kesehatan dan kenyamanan, yaitu pencahayaan, penghawaan, serta suhu udara dan kelembaban dalam ruangan. Dengan disain bukaan jendela yang sesuai, dalam penempatan dan penggunaannya, penghawaan alami dapat menggantikan semua atau bagian dari suatu sistem mekanik/mesin pendingin ruangan (AC), dengan demikian mengurangi pemakaian energi dan menghemat biaya.

Bangunan dengan sirkulasi udara yang baik memungkinkan penghuninya hidup sehat dan nyaman. Agar ruangan dapat memperoleh kesegaran, bisa dilakukan dengan penghawaan alami melalui peranginan silang (ventilasi silang) dengan ketentuan, lubang ventilasi minimal berukuran 5 persen dari luas lantai ruangan memungkinkan volume udara yang masuk ke ruangan sama dengan volume udara yang keluar.<sup>3</sup> Sistem penghawaan alami yang berhasil juga dipengaruhi oleh lokasi/tempat bangunan berada dan orientasi bangunan.<sup>4</sup>

Penghawaan alami dilihat dari pola pergerakan udara disuatu lokasi dipengaruhi oleh kondisi geografi dan geomorfologi daerah setepat, misalnya tiupan angin darat atau laut, keadaan kontur tanah, dan topografi (lembah, bukit dan sebagainya). Kondisi permukaan bumi juga berperan penting dalam aliran udara, dapat dilihat dari kondisi ; perkotaan padat dengan bangunan tinggi, kota kecil dengan bangunan berlantai rendah, hutan, banyak pohon (vegetasi), tanah terbuka, padang pasir, dekat dengan laut, danau dan sungai.<sup>5</sup>

Bentuk bangunan berpengaruh pada tingkat kenyamanan di dalam bangunan tersebut, bentuk bangunan yang memanjang dengan orientasi bangunan yang sejajar arah sumbu timur barat akan lebih baik menerima banyak penghawaan alami. Tingkat kepadatan pemukiman juga mempengaruhi mengalirnya udara, makin padat suatu pemukiman makin tidak dimungkinkan udara mengalir dengan baik. Kepadatan hunian rumah merupakan salah satu ketentuan dari rumah sehat, selain dari faktor luas rumah, pencahayaan, ventilasi udara, kelembaban, sanitasi lingkungan rumah, dan sebagainya. Dari gambar dibawah ini menunjukkan tingkat kepadatan pemukiman di pinggiran Sungai Musi pada daerah 5 Ulu sampai dengan 7 Ulu Palembang.

<sup>3</sup> Kompas, Kamis 13 April 2006, Sistem Perumahan, Penting untuk Rumah Sederhana

<sup>4</sup> [www.prodairyfacilities.cornell.edu](http://www.prodairyfacilities.cornell.edu)

<sup>5</sup> Dr . Henry Feriadi, Advanced Architectural Ventilation Desain. 2008



Gambar 2. Kawasan Ulu Pinggiran Sungai Musi  
Sumber : google earth

Suhu minimum kota Palembang terjadi bulan Oktober 22,7 °C, tertinggi 24,5°C pada bulan Mei, sedangkan suhu maksimum terendah 30,4 °C pada bulan Januari dan tertinggi pada bulan September 34,3 °C. Pengaruh pasang surut antara 3 sampai dengan 5 meter, dan ketinggian tanah rata-rata 12 meter diatas permukaan laut (dpl).<sup>6</sup>

Sungai Musi adalah sungai yang sangat dominan di kota Palembang dan telah membelah kota Palembang menjadi dua wilayah seberang Ilir dan seberang Ulu. Bangunan yang di sungai musu dikenal dengan rumah rakit, sedangkan yang berada didarat/ rawa rumah panggung. Bangunan sekolah dasar dipinggiran Sungai Musi rata-rata berbentuk rumah panggung

#### **Tujuan**

- Mengetahui performa penghawaan alami (*natural ventilation*) dalam kaitannya dengan tingkat kenyamanan termal pada sekolah dasar di pinggiran Sungai Musi Palembang.
- Hasil penelitian ini dapat dijadikan rekomendasi bagi pemerintah daerah Palembang untuk rancangan bangunan sekolah dasar dalam bentuk peraturan bangunan yang dikaitkan dengan performa penghawaan alami.

#### **Sasaran**

- Mendokumentasikan teknis bangunan sekolah dasar di pinggiran Sungai Musi Palembang yang dikaitkan dengan penghawaan alami di sepanjang Sungai Musi.
- Menganalisa dan mendokumentasikan faktor- faktor penghawaan alami yang memenuhi kriteria kenyamanan yang dapat meningkatkan performa penghuni sekolah dasar.
- Mendorong penelitian lebih lanjut mengenai performa penghawaan alami maupun performa lingkungan yang lain, di pinggiran Sungai Musi Palembang.
- Mengetahui distribusi angin, kecepatan angin pada sekitar bangunan sekolah dasar di pinggiran Sungai Musi Palembang

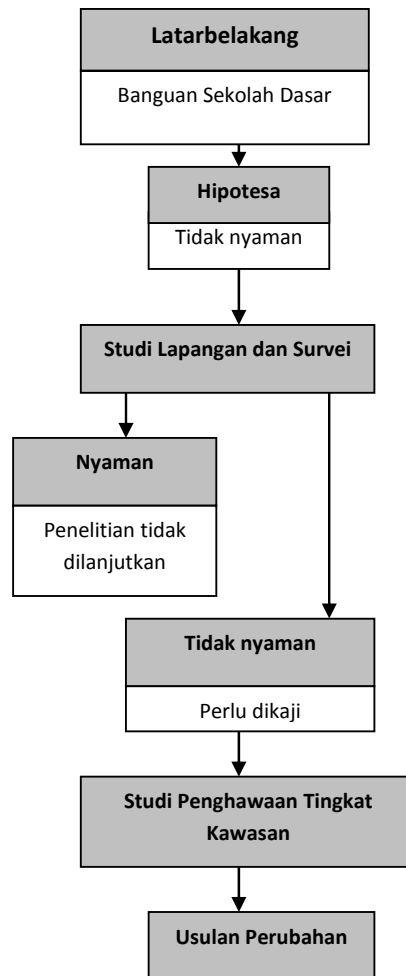
#### **Perumusan Masalah**

Masalah yang akan dijawab dalam penelitian ini adalah

- Bagaimanakah kondisi penghawaan alami dan pengaruh terhadap kenyamanan termal pada bangunan sekolah dasar di pinggiran Sungai Musi Palembang ?
- Bagaimana memperbaiki desain untuk meningkatkan performa penghawaan alami yang lebih baik pada bangunan sekolah dasar?

<sup>6</sup> <http://www.palembang.go.id>

## Kerangka Pikir



Gambar 3. Kerangka fikir

### Metode Penelitian

#### Penelitian Subjektif

- A. Persiapan
  - Mempersiapkan surat ijin survei ke Sekolah Dasar dipinggiran Sungai Musi Palembang
  - Mempersiapkan peralatan ukur berupa : meteran, alat ukur kecepatan angin (*anemometer*), *humidity* meter, kamera dan lain-lain.
- B. Pengambilan Data dan Pengamatan
  - Pengambilan data melalui wawancara, pemotretan, pengukuran dan penggambaran. Data yang diperlukan adalah data lapangan berupa ukuran (dimensi) denah, bentuk denah, ketinggian plafond, ketinggian atap, bentuk atap serta bukaan jendela dan ventilasi serta, elemen - elemen konstruksi dinding dan bahan bangunan sekolah dasar.
  - Pengambilan data di dapat dari wawancara dengan para murid dan guru di sekolah dasar dipinggiran sungai Musi untuk mengamati prilaku
  - Pengukuran dilapangan digunakan untuk menganalisa penghawaan dan pergerakan udara di dalam bangunan yang dilengkapi dengan data angin dan kelembaban dengan alat anemometer dan Hobometer
  - Penentuan sample sekolah dasar ditentukan berdasarkan pengamatan awal yang telah dilakukan di kawasan pinggir Sungai Musi.

## Penelitian Objektif

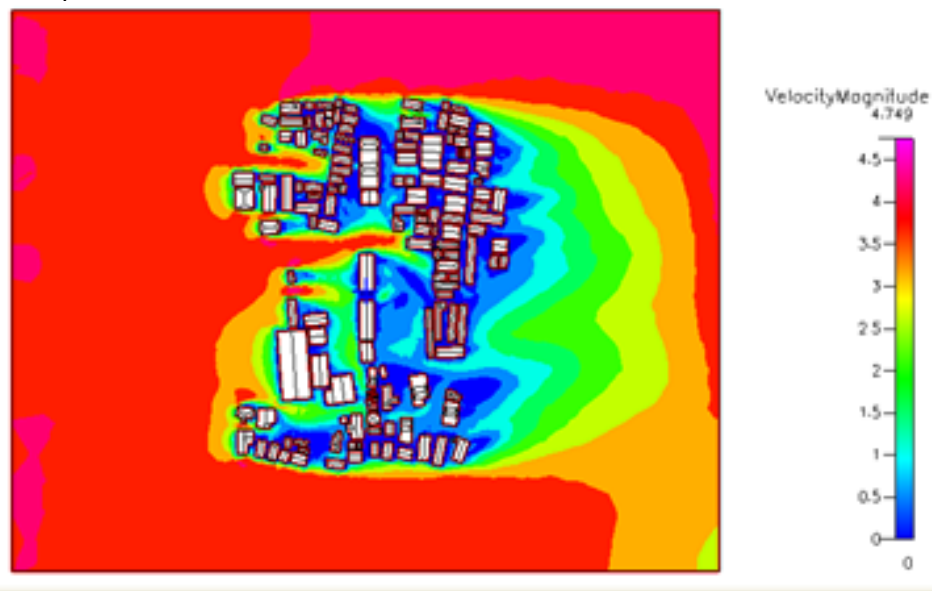
Analisa objektif, analisa ini dilakukan dengan simulasi menggunakan program *Computational Fluids Dynamics* (CFD), untuk mendapatkan data angin pada lingkungan obyek penelitian pada kawasan dan bangunan.

### A. Simulasi Kawasan

Simulasi kawasan merupakan simulasi penghawaan alami pada tingkat kawasan, dalam simulasi ini di buat sekenario aliran angin dari empat arah. Pada simulasi Kawasan di buat 4 aliran arah angin, yaitu

- Aliran angin dari sisi depan
- Aliran angin dari belakang
- Aliran angin dari samping kiri
- Aliran angin dari samping kanan.

Sekenario ini dibuat guna untuk mengetahui pola aliran angin serta kekuatan tekanan angin pada kawasan penelitian.



**Gambar 4.** Contoh Simulasi Kawasan  
Sumber : Pribadi

### B. Analisa Pola Pergerakan Aliran Angin

Pada analisa ini, mengamati pola aliran udara disekitar kawasan bangunan sekolah dasar dan mengetahui besarnya kekuatan angin disekitar bangunan.

#### Tahap Simulasi

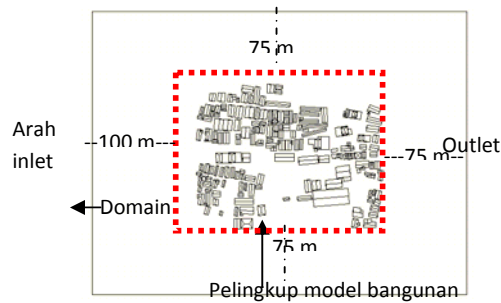
Tahap pelaksanaan simulasi ini meliputi :

- Pengumpulan data iklim kota Palembang, seperti data angin, kelembaban dan sinar matahari pertahun.
- Pembuatan model secara kawasan pada sekolah dasar dengan program *AutoCAD* dan melakukan simulasi obyek tersebut dengan program *Computational Fluids Dynamics* (CFD)
- Membuat rekomendasi desain dari hasil analisa simulasi.

#### Pelengkap Simulasi Kawasan

Simulasi kawasan dilakukan dengan menggunakan pelengkap obyek bangunan berupa bangunan sekitar yang berjarak minimal sekitar 100 meter kebelakang (arah *outlet*) dan 100 meter kedepan (*inlet*). Untuk angin dari arah inlet berjarak 75 meter dari obyek bangunan setelah pelengkap bangunan berjarak minimal adalah 50 meter, karena dengan jarak tersebut telah cukup untuk mengetahui kecepatan angin yang menabrak bangunan pelengkap mengalir sampai dengan obyek bangunan. Dan pelengkap keseluruhan menggunakan *domain* berupa kotak solid.

Untuk menghindari efek gesekan angin pada dinding (*wall*) domain diberi jarak 50 meter untuk samping kiri dan kanan, karena akan mempengaruhi efek angin yang ditimbulkan.



**Gambar 6.** Domain pada simulasi CFD  
Sumber : Pribadi

### Input data

Sebelum melakukan analisa dalam simulasi diperlukan data-data yang akan digunakan untuk menjalankan simulasi. Adapun data-data tersebut adalah kecepatan angin yang terdapat pada tabel hitungan kecepatan angin (m/detik) .

**Tabel 1.** Kecepatan angin

PERHITUNGAN KECEPATAN ANGIN	
Ketinggian referensi (Vhr)	10
Ketinggian BL (Hbl)	300
Kecepatan di Vhr	1.9
Eksponen	0.25
Kecepatan di Vhu =	
0	0
1	1.068448518
2	1.270606579
3	1.406157329
5	1.597703189
10	1.9
20	2.259493519
30	2.500540625
40	2.687005789
50	2.841162684
70	3.090495467
90	3.290896534
110	3.460204545
140	3.675239199
180	3.913557573
200	4.018010801
250	4.248529157
300	4.446659907
400	4.778247033
500	5.052381102
600	5.287999599

*Turbulence*  $K = 2,22 \text{ m/s}^1$  dan  $D = 8,27 \text{ m/s}^1$  serta gravitasi  $= -9,8 \text{ m/s}^1$  <sup>7</sup>.

### Pembahasan

#### Analisa Subjektif

Analisa subjektif ini secara *deskriptif* untuk mengetahui perilaku, pendapat penghuni bangunan terhadap kenyamanan termal yang dikaitkan dengan penghawaan alami. Dari hasil analisa pengamatan diperoleh bahwa :

<sup>7</sup> Prasasto Satwiko, Thesis, Traditional Javanese Residential, Architecture Designs And Thermal

### A. Murid

Aktifitas sehari – hari yang dilakukan hanya duduk di bangku kelas dengan aktivitas menulis dan membaca. Kegiatan ini berpengaruh besar terhadap tingkat kenyamanan, jika dihubungkan dengan tingkat suhu, dan kelembaban di dalam kelas tersebut. Suhu ruangan pada siang hari dapat mencapai 35 °C dengan kelembaban rata-rata 80 % ini membuat kegiatan yang dilakukan didalam ruang menjadi tidak nyaman. Apalagi faktor penghawaan alami didalam ruang tidak berperan optimal akibat elemen bangunan, seperti tinggi pagar yang terlalu tinggi sehingga menutupi jendela dan desain pagar yang menghalangi lajunya aliran angin kedalam ruang.

### B. Guru

Aktifitas guru disekolah adalah mengajar, dengan duduk di depan meja atau berdiri di depan kelas. Duduk berjam-jam mengeluarkan cukup banyak energi sehingga membuat tubuh berkeringat, dengan aktifitas berdiri didepan kelas sambil berbicara. Pakaian juga berpengaruh pada tingkat kenyamanan, pakai yang digunakan oleh para guru adalah pakaian dinas (pegawai negeri) yang cukup tebal. Ini membuat tingkat kenyamanan guru menjadi berkurang. Dari pengamatan dilokasi rata-rata guru yang berada di ruang guru menghidupkan kipas angin untuk mendapatkan kenyamanan atau dengan mengkipas-kipaskan buku ketubuh agar keringat/ gerah berkurang serta membuka jendela yang cukup lebar.

### C. Bangunan Sekolah

Bangunan pendidikan termasuk dalam jenis bangunan mempunyai tingkat aktifitas penggunaan yang menerus. Aktifitas yang dilakukan secara rutin menuntut derajat kenyamanan yang memenuhi syarat sehingga aktifitas berjalan dengan ideal. Jika dilihat dari bentuk bangunan, obyek penelitian ini berbentuk memanjang hampir tegak lurus dengan Sungai Musi, yang memiliki pagar didepan dan tembok belakang yang tinggi. Ini membuat aliran angin kedalam bangunan terhambat.

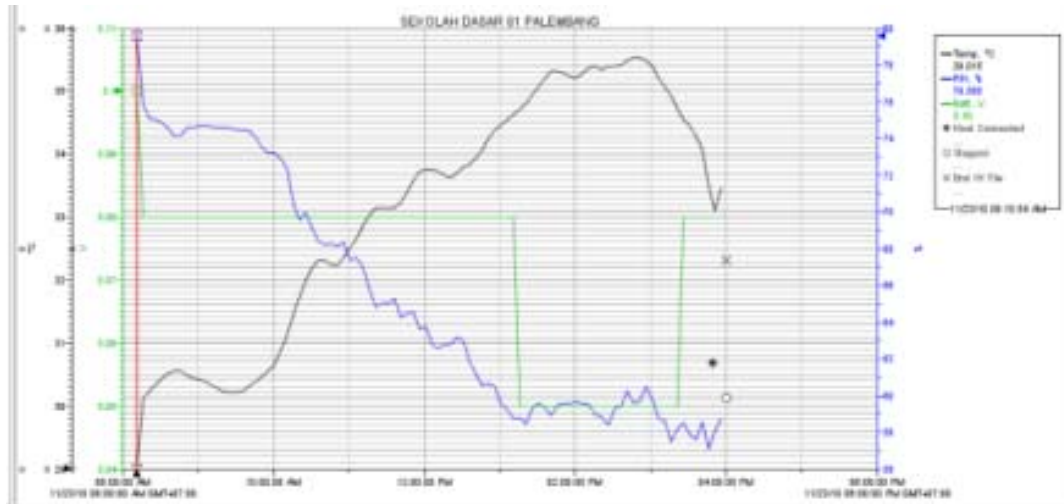
### D. Angin

Angin sebagian besar bertiup dari arah utara bangunan (arah sungai) dengan kecepatan hingga 1,5 m/dt yang dicapai pada sore hari, sedangkan pada pagi hari dan siang hari kecepatan angin hanya 0,2 m/dt. (sangat rendah)

Hasil survei lapangan pada pengukuran kecepatan angin dan suhu didalam ruangan dapat dilihat pada tabel dan grafik dibawah ini :

Tabel 2. Kecepatan angin dalam ruangan

Pagi						
Ruang	T1	T2	T3	T4	T5	Rata2
Ruang 1	0.1	0	0	0.01	0.05	0.06
Ruang 2	0.18	0.156	0.16	0.173	0.1	0.2733
Ruang 3	0.044	0.094	0.075	0.063	0.04	0.0983
Ruang 4	0.15	0.142	0.133	0.23	0.12	0.1553
Ruang 5	0.08	0.124	0.087	0.02	0.02	0.04
Ruang 6	0.06	0.03	0.06	0.06	0.03	0.09
	0.192	0.091	0.086	0.093	0.06	0.1195
Siang						
Ruang	T1	T2	T3	T4	T5	Rata2
Ruang 1	0.05	0.03	0.015	0.05	0	0.029
Ruang 2	0.03	0.07	0.04	0.1	0.08	0.063
Ruang 3	0.01	0.012	0.006	0	0	0.0056
Ruang 4	0.06	0.02	0	0	0	0.016
Ruang 5	0	0	0.09	0.04	0	0.026
Ruang 6	0.01	0.05	0	0	0	0.012
	0.027	0.0303	0.025	0.032	0.01	0.0253
Sore						
Ruang	T1	T2	T3	T4	T5	Rata2
Ruang 1	0.05	0.1	0.12	0.1	0.03	0.01
Ruang 2	0.3	0.35	0.1	0.2	0.35	0.2605
Ruang 3	0.15	0.142	0.133	0	0.17	0.1196
Ruang 4	0.38	0.3865	0.381	0.31	0.18	0.1
Ruang 5	0.31	0.26	0.17	0.27	0.6	0.322
Ruang 6	0.1	0.12	0.07	0.24	0.07	0.12
	0.215	0.2264	0.162	0.187	0.23	0.1553



**Gambar 7.** Grafik suhu  
Sumber : Pribadi

Dari grafik, dapat dilihat bahwa rata-rata suhu setiap hari adalah 33 °C dengan kelembaban rata-rata 70 %, suhu tertinggi mencapai 35 °C dan kelembaban mulai menurun pada pukul 10.20 wib. Ini kemungkinan di pengaruhi oleh air pasang/ air sungai masuk.

**Simulasi**

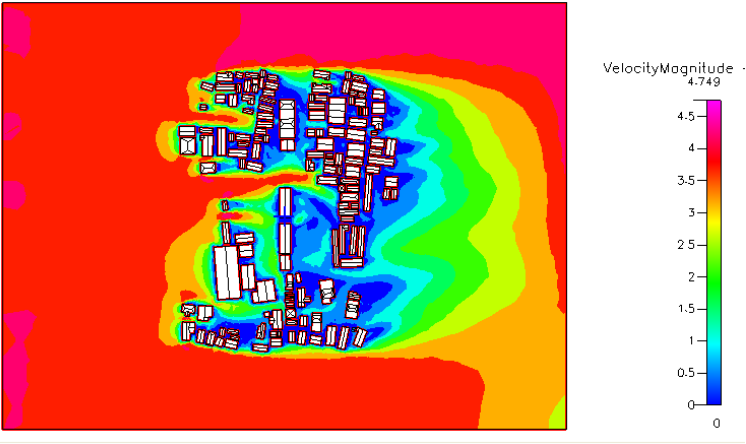
**A. Simulasi Kawasan**

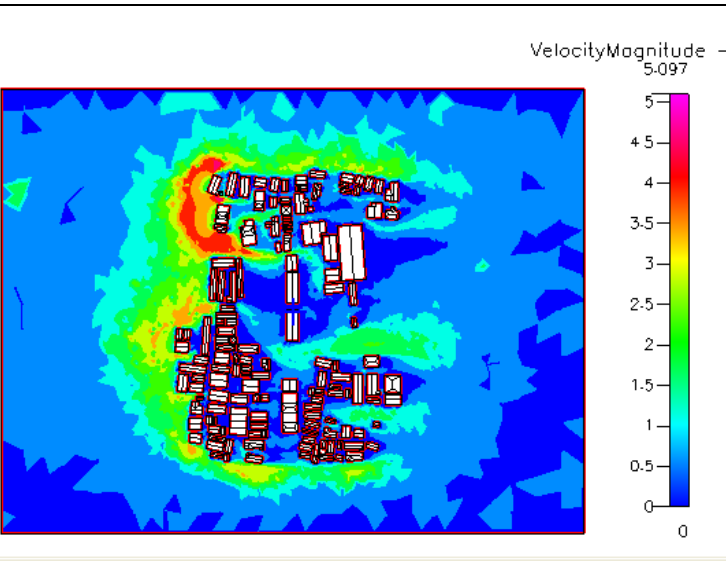
Pada simulasi kawasan dibuat berdasarkan sekenario yang telah direncanakan. Yang bertujuan untuk mendapatkan data kecepatan angin pada tiap sisi bangunan tersebut, serta untuk mengetahui bahwa kepadatan bangunan berpengaruh pada arus angin (*air flow*) ke obyek bangunan. Simulasi kawasan dilakukan menggunakan program *CFD ACE*.

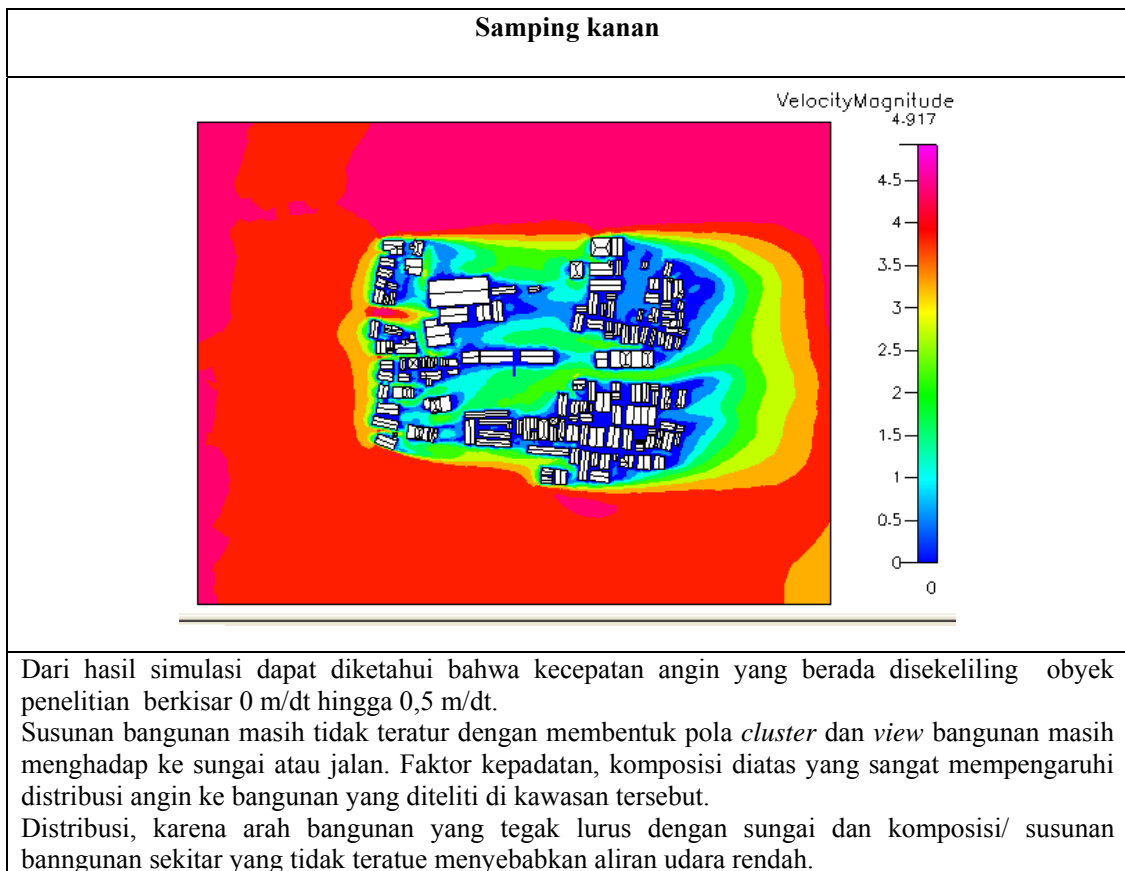
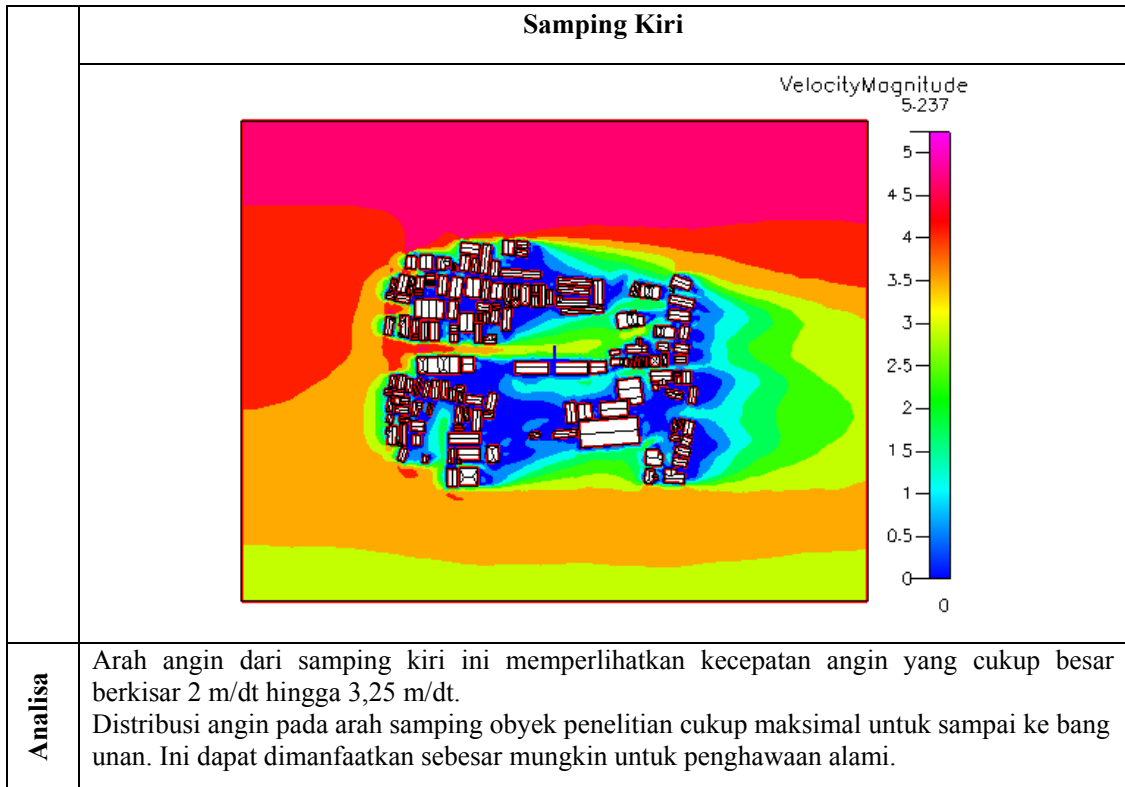
**Tabel 3.** Simulasi Kawasan

obyek	Potongan
Analisa	<p>Dari tampak potongan dapat diketahui kecepatan angin yang melintas disekeliling kawasan atapun bangunan yang di teliti. Untuk daerah atap kecepatan angin mencapai 3 m/ dt</p>



<b>Belakang</b>	
<b>Analisa</b>	 <p>Dalam sekenario ini dapat diketahui bahwa aliran angin masih terhalang oleh bangunan. Kecepatan angin tersebut berkisar 1,5 m/dt hingga 2, 5 m/dt. Ini menunjukkan bahwa potensi angin dari belakang cukup besar untuk dimanfaatkan sebagai penghawaan alami. Kepadatan hunian yang rapat dengan jarak antara bangunan hanya 3 meter sampai dengan 5 meter, dan Komposisi; bangunan disekitar obyek penelitian yang masih tidak tersusun dengan baik membentuk pola <i>cluster</i> serta Dimensi (ukuran) bangunan yang berbeda-beda, walaupun ada beberapa rumah yang sudah tersusun hampir membentuk pola <i>grid</i>. Distribusi angin pada arah belakang obyek penelitian cukup maksimal untuk sampai ke bangunan dikarenakan faktor diatas. Ini juga dapat dilihat dari bentuk atap dan komposisi bangunan yang tidak teratur.</p>

<b>Depan</b>	
<b>Analisa</b>	 <p>Arah angin dari depan bangunan masih terhalang oleh bangunan yang ada. Kecepatan angin pada depan bangunan berkisar 0 m/dt hingga 1 m/detik. Distribusi angin pada arah belakang obyek penelitian cukup maksimal untuk sampai ke bangunan, dikarenakan faktor diatas. Ini juga dapat dilihat dari bentuk atap dan komposisi bangunan yang tidak teratur.</p>



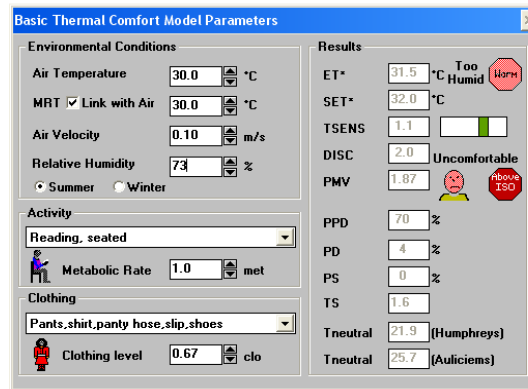
**Tabel 4.** Tabel hasil kecepatan angin berdasarkan simulasi

Obyek	Titik	Depan	Belakang	S. Kanan	S Kiri
Sekolah Daar 81 Palembang	T1	0.42	0.8	1.4	2.8
	T2	0.4	1.04	1.7	2.9
	T3	0.57	3	1.1	1.18
	T4	0.2	1.4	0.8	1.46
	T5	0.49	1.9	1.5	1.6
Rata-rata		0.416	1.628	1.3	1.988

Dari hasil simulasi kawasan diatas, dapat diketahui bahwa kecepatan angin pada arah depan dibeberapa titik rata-rata adalah 0,416 m/dt, arah belakang adalah 1,628 m/dt, arah samping kanan adalah 1.3 m/dt dan arah samping kiri adalah 1.988 m/dt. Ini menunjukan bahwa kecepatan angin disekeliling bangunan cukup baik untuk dimanfaatkan penghawaan alami. Dari tabel diatas juga dapat diketahui bahwa arah angin dari depan cukup kecil dibandingkan dengan arah yang lain.

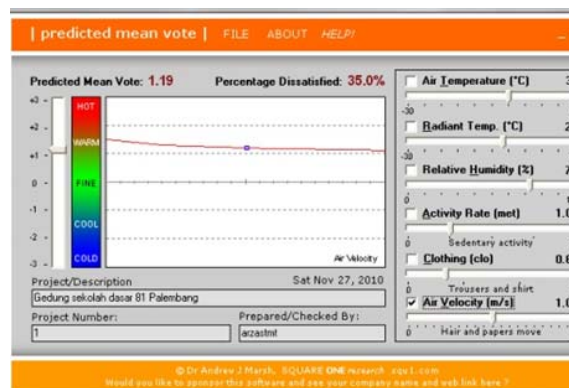
### B. Eksperimen kenyamanan

Eksperimen ini menggunakan program *ASHRAE Basic Thermal Comfort* untuk membuktikan kenyamanan ruang kelas dan ruang guru jika melakukan aktivitas sehari-hari. Jika aktivitas yang dilakukan adalah membaca pada pukul 10.00 pagi, dengan suhu ruangan mencapai 30 °C, kelembaban mencapai 75 %, suhu, MRT 27 °C dan kecepatan angin 0,1 m/detik dapat terlihat bahwa kondisi tersebut tidak nyaman, dengan *PMV* sebesar 1,87 dan *PPD* 70 %. Artinya diantara 100 orang, 70 orang mengaku tidak nyaman di dalam ruang tersebut.



**Gambar 8.** Eksperimen Kenyamanan *Basic Thermal Comfort Model Parameters*  
Sumber : Pribadi

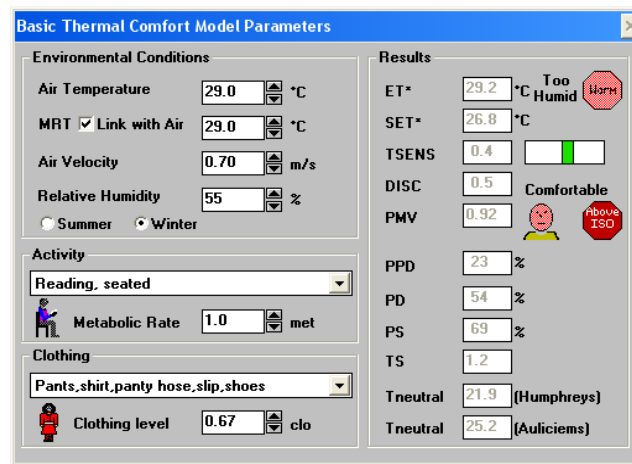
Sedangkan pada program *Predicated Mean Vote (PMV)* juga diperlihatkan bahwa ruang kelas / guru tersebut cenderung tidak nyaman (menuju ke +1), hangat.



**Gambar 9.** *Predicated Mean Vote*  
Sumber : Pribadi

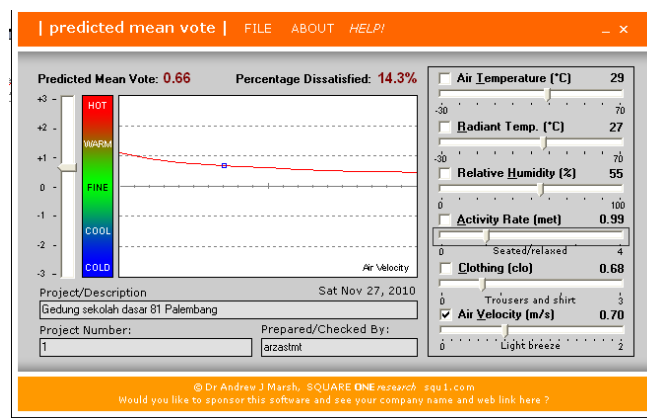
### C. Pencapaian Kenyamanan

Kenyamanan dapat tercapai dengan menambah kecepatan angin (*air velocity*) menjadi lebih besar atau menjadi 0,70 m/dt, kenyamanan sudah dapat tercapai dengan baik dengan kecenderungan mengarah ke 0 (fine), jika suhu ruang adalah 29 °C.



Gambar 10. Basic Thermal Comfort Model Parameters  
Sumber : Pribadi

Berdasarkan *Basic Thermal Comfort Model Parameters* dapat dilihat bahwa PMV dan PPD sudah berkurang menjadi 0,92 dan 23 %. Artinya dari 100 orang 23 orang sudah mengatakan tidak nyaman, jika berada diruang tersebut dengan aktivitas yang sama. ini sudah dapat dikatakan nyaman walaupun cenderung hangat, untuk lebih jelasnya sebagai pembandingan dapat menggunakan *Predicate Mean Vote* di bawah ini.



Gambar 11. Eksperimen pada Predicate Mean Vote  
Sumber : Pribadi

Hasilnya bahwa dengan penambahan kecepatan angin sebesar 0,70 m/s kenyamanan sudah dapat tercapai dengan baik atau mengarah ke 0 (nol). Tentunya harus diingat bahwa kecepatan angin yang lebih besar dari 1,5 m/dt pada ruang perkantoran sudah dapat menerbangkan kertas, sedangkan berdasarkan standart ASHRAE kecepatan minimal angin yang nyaman adalah 0,5 m/dt. Pencapaian penghawaan alami menjadi baik jika di ketahui pergantian udara dalam ruang dapat maksimal. Ini dapat dilihat dengan hitungan sebagai berikut : volume ruang kelas : 53.13 m<sup>3</sup>

Luas Bukaannya : 10.13 m<sup>2</sup>

Kecepatan angin dalam ruangan : 0,2 m/dt

$$PUP = \frac{A.V}{Vol} \times 3600 = \frac{10,13 \times 0,5}{53,13} = 137$$

Hasil hitungan diatas dapat di artikan setiap 137 kali perjam udara didalam ruangan berganti.

## Simpulan

Program *CFD* merupakan program yang mampu digunakan dalam melakukan simulasi yang mendekati kondisi nyata (real) pada simulasi kawasan. Pada simulasi kawasan dihasilkan bahwa pemukiman yang padat tidak dapat mengalirkan angin dengan baik. Banyak cara yang dapat dilakukan untuk dapat mengalirkan angin dengan baik kedalam bangunan sehingga penghawaan alami dapat tercapai. Misalnya saja dengan menata ulang pemukiman yang padat atau dengan membebaskan beberapa meter disekitar bangunan sebagai tempat udara mengalir. Dalam penelitian ini hasil simulasi kawasan dapat dijadikan alasan sebagai redesain gedung sekolah agar performa penghawaan alami dapat lebih maksimal. Jarak antara bangunan satu dengan yang lain sebaiknya diatur dengan ketentuan empat setengah kali lebar bangunan.

Eksperimen kenyamanan hanya sebagai pembuktian bahwa tingkat kenyamanan dari hasil simulasi telah tercapai atau ada peningkatan.

## Saran

Pemerintah sebaiknya menetapkan peraturan untuk jarak antar rumah, karena jika terlalu rapat dapat menimbulkan ketidak nyaman bagi penghuni. Pengaturan tersebut dapat menggunakan rumus  $4 \frac{1}{2}$  sampai dengan  $4,5 \times$  lebar bangunan. Dengan adanya peraturan tentang jarak antar rumah banyak hal positif yang diperoleh, misalnya penghawaan alami dapat lebih lancar, bahaya kebakaran untuk merambat lebih kecil dan lain-lain.

Untuk bangunan Sekolah Dasar 81 untuk mendapatkan penghawaan alami dapat menambah lubang ventilasi pada sisi depan dan belakang bangunan. Serta dengan menghilangkan dinding belakang sekolah.



Sebagian besar penelitian ini dapat direkomendasikan untuk redesain bangunan sekolah yang berada dipinggiran sungai, yang tingkat kenyamanan pengguna dipengaruhi oleh kelembaban dan penghawaan alami.

## Daftar Pustaka

- Breen, ann & Dick Rigby, 1994, *waterfront : Cities eclaim their Egde*, Newyork : Macgrahill, Inc
- Boutet S. Terry. 1987. *Controlling Air Movement, A Manual For Architect And Builders*. McGraw-Hill Book Company
- Feriadi, Dr. Henry, 2008 . Bahan Kuliah *Advanced Architectural Ventilation* Desain, Pascasarjana Digital Arsitektur Universitas Atmajaya Yogyakarta
- Tuakia, Firman, 2008. *Dasar-dasar menggunakan CFD Fluent*. Informatika Bandung.
- Hanafiah, Djohan, 1990, Palembang zaman Bari : Citra Palembang Tempoe Doeloe, Palembang : Humas Pemda TK II Palembang

Hanafiah, Djohan, 1990, arsitektur Tradisional Palembang, Makalah Palembang

Kompas, Kamis 13 April 2006, Sistem Perumahan, Penting untuk Rumah Sederhana

Purwanto L.M.F., Hermawan, Ridwan Sanjaya 2006. Termal Bangunan (Sebuah Pencarian Model Arsitektur Tropis Untuk Aplikasi Desain Arsitektur). Jurnal Dimensi Teknik Arsitektur. Vol 34.

Satwiko, P. 1999. *Traditional Javanese Residential Architecture Designs And Thermal Comfort .A Study Using A Computational Fluid Dynamics Program To Explore, Analyse, And Learn From The Traditional Designs For Thermal Comfort.. Victoria University of Wellington*

*Zhiqiang Zhai, Application Of Computational Fluid Dynamics In Building*

*Design: Aspects And Trends, Department Of Civil, Environmental And Architectural Engineering, University Of Colorado At Boulder.*